

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2002年12月18日

出願番号 Application Number: 特願2002-366564

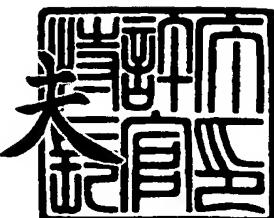
[ST. 10/C]: [JP 2002-366564]

出願人 Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2003年12月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願

【整理番号】 2913040552

【提出日】 平成14年12月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01D 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 濱野 敬史

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 行徳 明

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 豊村 祐士

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 丸山 英樹

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 中村 哲朗

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 益本 賢一

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光源および平行光照明装置、これを用いた画像投影装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも電気的に発光する発光層を備えた発光素子と、発光素子から放出された光を端面に形成された光取り出し面から空气中へ出射する導波路とを備えた光源であって、前記導波路の光取り出し面の面積は、前記発光層の面積よりも小さいことを特徴とする光源。

【請求項 2】 前記発光素子は前記導波路の側面に形成されることを特徴とする請求項 1 記載の光源。

【請求項 3】 前記導波路の光伝播方向は、前記発光層の法線方向と異なることを特徴とする請求項 1～2 いずれか 1 記載の光源。

【請求項 4】 前記発光素子は、空気層を介すことなく前記導波路と光学的に結合されることを特徴とする請求項 1～3 いずれか 1 記載の光源。

【請求項 5】 前記導波路は、前記発光層よりも小さな屈折率を有することを特徴とする請求項 1～4 いずれか 1 記載の光源。

【請求項 6】 前記導波路は、前記発光層の屈折率の値から 0.3 引いた屈折率よりも大きいことを特徴とする請求項 1～5 何れか 1 記載の光源。

【請求項 7】 前記導波路は、前記発光層と同じ材料を用いて形成されることを特徴とする請求項 1～6 何れか 1 記載の光源。

【請求項 8】 前記導波路は、光の角度を変換する角度変換層を形成することを特徴とする請求項 1～7 いずれか 1 記載の光源。

【請求項 9】 前記導波路は、所定の屈折率を有するコア、および前記コアの外周に形成されて当該コアよりも小さな屈折率を有するクラッドから構成されており、前記光の角度を変換する角度変換構造は、発光層に対向する側のコアとクラッドの界面に形成することを特徴とする請求項 1～8 いずれか 1 記載の光源。

【請求項 10】 前記発光層は、前記導波路の光取り出し面以外の 2 面以上に形成されていることを特徴とする請求項 1～9 いずれか 1 記載の光源。

【請求項 11】 前記導波路は、光取り出し面に対向する面に反射面を形成することを特徴とする請求項 1～10 いずれか 1 記載の光源。

【請求項12】前記導波路は、光取り出し面に対向する面が垂直に形成されていないことを特徴とする請求項1～11いずれか1記載の光源。

【請求項13】前記発光素子は、少なくともからなる有機エレクトロルミネッセンス素子であることを特徴とする請求項1～12いずれか1記載の光源。

【請求項14】少なくとも請求項1～13いずれか1記載の光源と光学系から構成されることを特徴とする平行光照明装置。

【請求項15】請求項14記載の平行光照明装置を用いたことを特徴とする画像投影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、種々の表示装置や表示装置のバックライト等の光源、若しくは光通信機器に使用される発光素子等に用いられる光源、それを用いた平行光照明装置、及び画像投影装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

現在、微小な光源としては、発光ダイオード（無機LED）や、レーザダイオードといった無機半導体からなる発光素子がよく知られている。これらの発光素子における発光部の大きさは、数10～数100μm程度であり、実用上、点光源として取り扱って差し支えない。

【0003】

また、点光源以外の光源としてはエレクトロルミネッセンス素子を用いた面光源もよく知られている。エレクトロルミネッセンス素子とは、固体蛍光性物質の電界発光を利用した発光デバイスであり、現在無機系材料を発光体として用いた無機エレクトロルミネッセンス素子が実用化され、液晶ディスプレイのバックライトやフラットディスプレイ等への応用展開が一部で図られている。しかし、無機エレクトロルミネッセンス素子は発光させるために必要な電圧が100V以上と高く、また、発光体として用いる材料の屈折率が非常に大きいため、界面での全反射等の影響を強く受け、発光層中の発光の10～20%しか利用されない

といった課題がある。

【0004】

一方、有機材料を発光層として用いた有機エレクトロルミネッセンス素子に関する研究も古くから注目され、様々な検討が行われてきたが、発光効率が非常に悪いことから本格的な実用化研究へは進展しなかった。

【0005】

しかし、1987年にコダック社のC. W. Tangらにより、有機材料を正孔輸送層と発光層の2層に分けた機能分離型の積層構造を有する有機エレクトロルミネッセンス素子が提案され、10V以下の低電圧にもかかわらず1000cd/m²以上の高い発光輝度が得られることが明らかとなった〔C. W. Tang and S. A. Vanslyke: Appl. Phys. Lett. 51 (1987) 913等参照〕。これ以降、有機エレクトロルミネッセンス素子が俄然注目され始め、現在も同様な機能分離型の積層構造を有する有機エレクトロルミネッセンス素子についての研究が盛んに行われており、特に有機エレクトロルミネッセンス素子の実用化のためには不可欠である高効率化・長寿命化についても十分検討がなされており、近年、有機エレクトロルミネッセンス素子を光源としたディスプレイ等が実用化されている。

【0006】

ここで、従来の一般的な有機エレクトロルミネッセンス素子の構成について図9を用いて説明する。

【0007】

図9は従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図である。

【0008】

図9において、1はガラス基板、2は陽極、3は正孔輸送層、4は発光層、5は陰極である。

【0009】

図9に示すように有機エレクトロルミネッセンス素子は、ガラス基板上にスパッタリング法や抵抗加熱蒸着法等により形成されたITO等の透明な導電性膜からなる陽極2と、陽極2上に同じく抵抗加熱蒸着法等により形成されたN、N'

ージフェニル-N、N' -ビス(3-メチルフェニル)-1、1' -ジフェニル-4、4' -ジアミン(以下、TPDと略称する。)等からなる正孔輸送層3と、正孔輸送層3上に抵抗加熱蒸着法等により形成された8-Hydroxyquinoline Aluminnum(以下、Alq₃と略称する。)等からなる発光層4と、発光層4上に抵抗加熱蒸着法等により形成された100nm~300nmの膜厚の金属膜からなる陰極5とを備えている。

【0010】

上記構成を有する有機エレクトロルミネッセンス素子の陽極2をプラス極として、また陰極5をマイナス極として直流電圧又は直流電流を印加すると、陽極2から正孔輸送層3を介して発光層4に正孔が注入され、陰極5から発光層4に電子が注入される。発光層4では正孔と電子の再結合が生じ、これに伴って生成される励起子が励起状態から基底状態へ移行する際に発光現象が起こる。

【0011】

なお、有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造については、米国特許第5917280号や米国特許第5932895号などで開示されているものがある。

【0012】

【特許文献1】

米国特許第5917280号明細書

【特許文献2】

米国特許第5932895号明細書

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これら光源の応用は多岐に渡っており、特に、微小な点光源からの光を微小な領域に照射する用途においては、光が拡散することを考慮すると、現在の無機LEDなどの点光源における、微小な発光部の面積は問題となる。また、点光源から放射される拡散光を利用して平行光を得る用途においても、小型の平行光光源を得るために、数μm以下の十分に小さな点光源が求められている。しかしながら、十分な光量を確保しながら発光部の面積を小さくすること

は困難であり、現在のところ、十分に小さな点光源は実用化されていない。

【0014】

さらに、エレクトロルミネッセンス素子のような面光源を点光源用途に用いる場合、光を遮光し、光を取り出すスポットを点状にすることで擬似的な点光源として用いることができる。あるいは、前記点光源の光を遮光することで、微小な点光源を実現することもできる。しかしながらこのような応用の場合、多くの光が無駄になる、あるいは、もとの光源以上の明るい点光源を実現することができないといった課題があり、いずれにおいても、明るく小さな点光源は実現されていない。

【0015】

【課題を解決するための手段】

この微小な点光源に関する課題を解決するために、本発明の光源は、少なくとも電気的に発光する発光層を備えた発光素子と、発光素子から放出された光を端面に形成された光取り出し面から空気中へ出射する導波路とを備えた光源であって、前記導波路の光取り出し面の面積は、前記発光層の面積よりも小さくなるようにしたものである。

【0016】

このように、導波路の光取り出し面を介して発光層からの光を出射するため、光源の大きさは導波路の光取り出し面の大きさにより自由に決定することができるため、容易に微小な光源を得ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1に記載の発明は、少なくとも電気的に発光する発光層を備えた発光素子と、発光素子から放出された光を端面に形成された光取り出し面から空気中へ出射する導波路とを備えた光源であって、前記導波路の光取り出し面の面積は、前記発光層の面積よりも小さいことを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるため、容易に微少な点光源を実現することができる。

【0018】

本発明の請求項2に記載の発明は、請求項1記載の発明であって、前記発光素子は前記導波路の側面に形成されることを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるため、容易に微少な点光源を実現することができる。また、発光素子を側面に形成することで、光取り出し面に対して十分に発光層の面積を大きくすることができるため、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0019】

本発明の請求項3に記載の発明は、請求項1～2いずれか1記載の発明であって、前記導波路の光伝播方向は、前記発光層の法線方向と異なることを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるため、容易に微少な点光源を実現することができる。また、発光素子の法線方向と光の伝播方向が異なる構成とすることで、光取り出し面に対して十分に発光層の面積を大きくすることができるため、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0020】

本発明の請求項4に記載の発明は、請求項1～3いずれか1記載の発明であって、前記発光素子は、空気層を介すことなく前記導波路と光学的に結合されることを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるため、容易に微少な点光源を実現することができる。また導波路に入射する前に全反射による光の損失を低減することができるため、光の利用効率を向上させることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0021】

本発明の請求項5に記載の発明は、請求項1～4いずれか1記載の発明であって、前記導波路は、前記発光層よりも小さな屈折率を有することを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるため、容易に

微少な点光源を実現することができる。また導波路に入射した光は、光の伝播方向の光が多くなるため、導波路内での光の損失を低減することができるため、光の利用効率を向上させることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0022】

本発明の請求項6に記載の発明は、請求項1～5いずれか1記載の発明であって、前記導波路は、前記発光層の屈折率の値から0.3引いた屈折率よりも大きいことを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるために、容易に微少な点光源を実現することができる。また導波路に入射する前に全反射による光の損失を低減することができるため、光の利用効率を向上させることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0023】

本発明の請求項7に記載の発明は、請求項1～6いずれか1記載の発明であって、前記導波路は、前記発光層と同じ材料を用いて形成されることを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるために、容易に微少な点光源を実現することができる。また複雑な材料選択などすることなく容易に導波路と発光層の屈折率を同じにすることができる、導波路に入射する前の全反射による光の損失や、光路長が大きくなることによる導波路内での光の損失を低減することができるために、光の利用効率を向上させることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0024】

本発明の請求項8に記載の発明は、請求項1～7いずれか1記載の発明であって、前記導波路は、光の角度を変換する角度変換層を形成することを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるために、容易に微少な点光源を実現することができる。また単純な導波路において無駄になっていた光を有効な光として利用することができるため、光の利用効率を向上させ

ることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0025】

本発明の請求項9に記載の発明は、請求項1～8いずれか1記載の発明であって、前記導波路は、所定の屈折率を有するコア、および前記コアの外周に形成されて当該コアよりも小さな屈折率を有するクラッドから構成されており、前記光の角度を変換する角度変換構造は、発光層に対向する側のコアとクラッドの界面に形成することを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるため、容易に微少な点光源を実現することができる。また単純な導波路において無駄になっていた光を有効な光として利用するため、光の利用効率を向上させることができ、さらに、光の角度変換された光は効率よく導波路内を伝播するため、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0026】

本発明の請求項10に記載の発明は、請求項1～9いずれか1記載の発明であって、前記発光層は、前記導波路の光取り出し面以外の2面以上に形成されていることを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができ、容易に微少な点光源を実現することができる。また、発光素子を2面以上に形成することで、光取り出し面に対して十分に発光層の面積を大きくすることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0027】

本発明の請求項11に記載の発明は、請求項1～10いずれか1記載の発明であって、前記導波路は、光取り出し面に対向する面に反射面を形成することを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定するため、容易に微少な点光源を実現することができる。また反射面のない導波路において無駄になっていた光を有効な光として利用するため、光の利用効率を向上させることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。また前述の無駄になっていた光は、不要なところを照射するため、遮光等の施策が

必要であるが、このような構成とすることにより、遮光等の余分な施策が不要となる。

【0028】

本発明の請求項12に記載の発明は、請求項1～11いずれか1記載の発明であって、前記導波路は、光取り出し面に対向する面が垂直に形成されていないことを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるため、容易に微少な点光源を実現することができる。また垂直でない面を形成することにより、この面における全反射により導波路において無駄になっていた光を有効な光として利用することができるため、光の利用効率を向上させることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。

【0029】

本発明の請求項13に記載の発明は、請求項1～12いずれか1記載の発明であって、前記発光素子は、少なくともからなる有機エレクトロルミネッセンス素子であることを特徴とする光源であり、発光層の面積よりも光取り出し面の面積を小さくすることができ、光取り出し面の大きさにより放射される面積を決定することができるため、容易に微少な点光源を実現することができる。また、発光素子に対する負担を大きくすることなく明るい光源を容易に形成できるため、寿命に課題のある有機エレクトロルミネッセンス素子を用いて、明るい点光源を容易に実現することができる。

【0030】

本発明の請求項14に記載の発明は、少なくとも請求項1～13いずれか1記載の光源と光学系から構成される平行光照明装置であり、微少で明るい点光源を用いることができるため、容易に小型で明るい平行光照明装置を実現することができる。

【0031】

本発明の請求項15に記載の発明は、請求項13記載の平行光照明装置を用いた画像投影装置であり、小型で明るい平行光照明装置を用いることができるため、容易に小型の画像投影装置を実現することができる。

【0032】

以下、本発明の光の導波形態について、詳細に説明する。

【0033】

まず、導波路の特性について図2を用いて説明する。

【0034】

図2は本発明の導波路の概略断面図である。

【0035】

導波路とは屈折率の異なる2つ以上の媒質から形成される光の経路であり、内部に屈折率の高い層からなるコア7、外部に屈折率の小さな層からなるクラッド8を併せ持つ構造体である。また、外部のクラッド8は、空気層で代用することも可能であり、コア7だけからなる構成をとることもできる。

【0036】

一般的に、導波路中に光を伝播させる場合、光取り出し面に対向する位置にある端面から、光取り出し面方向に向かって光を入射する。導波路中に入射した光は、屈折率の異なる媒質の形成する界面において、屈折、反射といった作用を受ける。特に、コア7とクラッド8の界面や、クラッド8と空気との界面といった、屈折率の高い媒質から低い媒質に変わる界面においては、全反射と呼ばれる低損失の反射を生じることがあり、界面に入射する角度が臨界角よりも大きな角度の光は、界面において全反射される。一般に導波路中において全反射された光は、対向する界面においても全反射され、全反射を繰り返しながら光取り出し面方向へと伝播する。したがって、導波路端面から入射した光は①に示すようにコアとクラッドの界面で全反射する光、②に示すようにクラッドと空気の界面で全反射する光③全反射されず導波路を透過する光の3つが存在する。全反射の生じる界面では、透過する光はなく、すべての光が反射されるため、導波路を用いた場合、伝播損失の非常に小さな、効率の良い光の伝播を実現することができる。また、導波路は、光が伝播する部分の大きさが、光の波長を無視できないような微少な大きさでない限り自由に導波路を形成することができるため、容易に微小な導波路を実現することができる。

【0037】

また、導波路の側面から光を入射した場合、④に示すように、屈折率の高い媒質から低い媒質に変わる界面においても、入射した光が全反射されることはなく、入射した光の大部分は導波路を透過する。これは、端面から入射する場合と異なり、屈折率の高い媒質に直接光を入射しないからであり、光の屈折、反射といったスネルの法則により簡単に説明することができる。屈折率の低い媒質から屈折率の高い媒質へ伝播する場合に光は界面に対して立った角度に屈折され屈折率の高い媒質中を伝播するようになる。このため、屈折率の高い層から低い層へ伝播する界面において臨界角以上の角度の光は存在せず、すべての光は全反射されず導波路中を透過する。したがって、導波路側面から導波路中に光を入射する場合、例えば、導波路内部に光の角度を変換する構造体を用いるなどの施策が必要となる。

【0038】

同様に、無機LEDやレーザダイオード、エレクトロルミネッセンス素子等の、いわゆる内部発光型の発光素子においてもスネルの法則に従った光の伝播が行われ、発光部で放射された光は反射や屈折の影響を受け、特に空気層との界面において全反射を生じる。したがって、発光層の屈折率が大きな発光素子の場合、素子と空気との界面において強く全反射の影響を受け、さらにこの全反射されて光は、発光素子内部での光の吸収などの影響を受ける。したがって内部発光型の発光素子では、発光層で放射された光の一部しか空气中へ取り出されないことになる。

【0039】

導波路の側面から光を入射した場合、入射した光の大部分が導波路を透過することは前述したが、導波路上に空気を介さず内部発光型の発光素子を形成した場合、前述の場合とは状況が異なる。図3を用いて、導波路上に発光素子を形成した場合について説明する。屈折率の高い発光層から放射された光を、空気のような屈折率の低い媒質を介さずに導波路側面から入射した場合、⑤に示すように、導波路側面から放射される光だけでなく、⑥に示すように、導波路の屈折率の高い媒質から低い媒質へ変化する界面において、全反射を生じる臨界角以上の角度の光が存在するようになり、全反射により光の光取り出し面へ伝播する光が生じ

る。

【0040】

したがって、内部発光型の発光素子を空気を介さずに導波路上に形成することで、光を側面から入射し、全反射により光取り出し面に伝播する構造を形成することができ、容易に発光素子の面積が大きく、微小な点光源を実現することができる。

【0041】

また、導波路を介して光を出射する構成とした場合、光取り出し面の面積と発光素子の面積を同じにする必要がないため、大きな面積の発光素子や複数の発光素子をならべて導波路中に光を入射することで、光取り出し面の面積に対して発光素子の面積が大きな、微小点光源を容易に実現することができる。特に発光素子の面積を大きくすることができるため、非常に明るい点光源を実現することができる。導波路側面に発光素子を形成する構成の場合、導波路の伝播方向の長さを十分に長くすることで容易に発光素子の面積を大きくすることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。光取り出し面に対して、発光する面積が大きいほど、より明るい点光源を実現できることは言うまでもなく、このため、同じ長さの導波路を用いた場合、1つの面だけでなく、2つ以上の面に発光素子を設けた方が、より明るい点光源を実現することができる。

【0042】

また、効率良く光を光取り出し面に伝播させるには、導波路の屈折率は、発光層の屈折率よりも小さくすることが好ましく、また、導波路の屈折率より0.3小さな屈折率よりは大きいことが好ましい。これは、前述したように、発光層から放出された光は、各界面においてスネルの法則に従って伝播される。このとき、図4に示すように、導波路の屈折率が発光層の屈折率よりも大きい場合、導波路中の光は立った光が多くなり、光取り出し面に到達するまでの光路長が長くなる。このような光は、導波路における光の吸収等の影響を強く受けるため、効率の良い光の伝播は行われない。また、図5に示すように、導波路の屈折率が発光層の屈折率とほぼ同じか、それよりも小さい場合、導波路中には光の出射面方向に伝播する光が多く存在するようになり、効率よく光が伝播されるようになる。

しかし、導波路の屈折率が発光層の屈折率に比べて小さい場合、導波路と発光層の屈折率差に応じて、導波路との界面において光の全反射が生じるため、特に発光層の屈折率が導波路の屈折率に比べて0.3を越えて小さい場合、この全反射による光量低下が無視できなくなり、効率の良い光の伝播はおこなわれない。したがって、発光層と同じ材料を用いて導波路を形成することで、導波路の屈折率を厳密に選択することなく、容易に効率の良い光が伝播される導波路を形成することができる。

【0043】

また効率の良い光伝播を得るには、単純な形状の導波路よりも、導波路内部に光の角度を変換する角度変換構造を持つことが好ましい。これは、例えば図6に示すように、光取り出し面方向に光の角度を変換するようなこぎり刃状の角度変換構造を設けた場合、単純な形状の導波路において導波路を透過し導波路中を伝播されない角度の光に対して角度変換を行うことで、光取り出し面から出射される有効な光として利用することができる。また、単純な導波路において、光の角度変換を行わなくても導波路中を伝播する光は、導波路と空気との界面に到達することが少ないため、光の角度変換されず、導波路中を伝播する。以上のように、導波路内部に光の角度変換構造を持つことで、単純な導波路において導波路を透過する光を伝播することができ、効率のよい光の伝播が実現できる。

【0044】

また、導波路が屈折率の大きなコアと、これよりも屈折率の小さなクラッドからなる導波路である場合、前記光の角度変換構造は、コアとクラッドとの界面に設けることが好ましい。コアとクラッドの界面において有効な光の角度変換がなされた場合、角度変換の行われた光はコア内部を伝播して、光取り出し面から放出される。これに対して、クラッドと空気との界面に角度変換構造を設けた場合、有効な光の角度変換がなされた光は、コアとクラッドの両方を伝播する光となり、光取り出し面から放出される。このため、コアとクラッドの界面に光の角度変換構造を設けた方が、導波路を伝播するときの光路長を短くすることができ、クラッド表面の効率のよい光の伝播が実現できる。

【0045】

発光素子を光取り出し面に対向する面に形成せず導波路の側面に形成する場合、発光素子から導波路中に入射した光のうち、一部は光取り出し面に対向する面へ伝播し、その対向する面から空气中へ無効な光として出射される。このため、対称性の良い導波路において光取り出し面を反射面としてすることで、この無効な光は有効な光として利用されるため、効率のよい光の伝播が実現される。また、この光取り出し面に対向する面を単純な反射面ではなく、導波路に対して垂直でない面とすることで、光の損失の少ない全反射を利用した反射面を形成することができ、効率のよい光の伝播が実現される。特に、光取り出し面の角度を設計することにより、この面を光の角度変換構造として用いることもでき、さらに効率の良い光の伝播が容易に実現できる。

【0046】

次に、導波路について説明する。

【0047】

導波路は透明なコアと、コアの周囲にコアよりも屈折率の小さなクラッドから構成され、クラッドは空気層を代用することができ、コアだけからなる構成とすることもできる。

【0048】

導波路に用いる材料としては、透明あるいは半透明のソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英ガラス等の、無機酸化物ガラス、無機フッ化物ガラス、等の無機ガラス、あるいは、透明または半透明のポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリエーテルスルфон、ポリフッ化ビニル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアクリレート、非晶質ポリオレフィン、フッ素系樹脂等の高分子フィルム等、あるいは、透明または半透明のAs₂S₃、As₄₀S₁₀、S₄₀Ge₁₀等のカルコゲノイドガラス、ZnO、Nb₂O₅、Ta₂O₅、SiO、Si₃N₄、HfO₂、TiO₂等の金属酸化物および窒化物等の材料から適宜選択して用いることができ、あるいは、レジストをブリーチして用いることもできる。さらに、導波路の屈折率と発光層の屈折率の値を近くするためには、発光層材料と同じ材料を用いて導波路を形

成することもできる。

【0049】

なお、本発明において、透明または半透明なる定義は、有機エレクトロルミネッセンス素子による発光の視認を妨げない程度の透明性を示すものである。

【0050】

また、光の角度変換構造とは、2つの異なる媒質の界面において、入射光が界面に到達する際に、界面に対し入射角とは異なる角度で反射される構造であり、基板を形成する各面のいずれに対しても平行でないような面および構造体である。

【0051】

具体的には、界面に対して非平行かつ非垂直な面があげられ、これは、例えば、三角柱や円柱、三角錐、円錐、或いはそれらを3次元的あるいは2次元的に配列した複合体、散乱面、等からなる構造体であり、導波路の湾曲、導波路表面の凹凸、微小レンズ、微小プリズム、微小ミラー構造、および、それらの集合体からなる。

【0052】

また、光の角度変換構造は、導波路の表面、あるいは、導波路の内部のいずれにも形成することができる。

【0053】

導波路の表面に光の角度変換構造を形成する場合、導波路の表面を研磨して凹凸を形成することができ、凹凸上にクラッドあるいは発光素子を形成することで実現できる。あるいは、導波路の表面に微小レンズ等を接合することでも実現でき、導波路の表面に光の角度変換構造を形成する場合、その界面が空気／基板界面であってもよく、この場合、空気をクラッド層として用いる。このように導波路表面に光の角度変換構造を形成する場合、有機エレクトロルミネッセンス素子形成後に表面を加工すればよく作成行程が簡単なため容易に形成することができる。

【0054】

また、光の角度変換構造が導波路内部に形成する場合、導波路に凹凸や微小レ

ンズを内包させて光の角度変換構造を形成することができ、コアあるいはクラッド内部、あるいはコア／クラッド界面に形成することができる。コア／クラッド界面に形成される場合、コアの表面を研磨やブラスト、エッチングなどにより凹凸を形成し、その表面にクラッド層を形成することで実現できる。このような構造の場合、光の角度変換構造は剥き出しにならることはなく、安定した光の角度変換がおこなわれ、導波路表面を平坦化できるため、導波路上に陽極等を容易に形成することができる。

【0055】

以下、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子について、詳細に説明する。

【0056】

まず、基板について説明する。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の基板は、透明あるいは不透明、いずれの基板も用いることができ、基板側から光を取り出す場合は透明基板、そうでない場合はいずれもの基板の中から適宜選択して用いることができる。基板は、有機エレクトロルミネッセンス素子を保持できる強度があればよく、有機エレクトロルミネッセンス素子の基板をドライバーICの支持体として共用することもできる。

【0057】

基板は、例えば、透明または半透明のソーダ石灰ガラス等の導波路に用いた材料、あるいは、不透明のシリコン、ゲルマニウム、炭化シリコン、ガリウム砒素、窒化ガリウム等の半導体材料、あるいは、顔料等を含んだ前記透明基板材料、表面に絶縁処理を施した金属材料、等から適宜選択して用いることができ、複数の基板材料を積層した積層基板を用いることもできる。また、この基板表面、あるいは、基板内部には、有機エレクトロルミネッセンス素子を駆動するための抵抗・コンダクタ・インダクタ・ダイオード・トランジスタ等からなる回路を形成していても良い。

【0058】

陽極とは、正孔を注入する電極であり、正孔を効率良く発光層或いは正孔輸送層に注入することが必要である。

【0059】

陽極としては、透明電極を用いることができる。透明電極の材料としては、インジウムスズ酸化物（ITO）、酸化スズ（SnO₂）、酸化亜鉛（ZnO）等の金属酸化物、あるいは、SnO:Sb（アンチモン）、ZnO:Al（アルミニウム）といった混合物からなる透明導電膜や、あるいは、透明度を損なわない程度の厚さのAl（アルミニウム）、Cu（銅）、Ti（チタン）、Ag（銀）といった金属薄膜や、これら金属の混合薄膜、積層薄膜といった金属薄膜や、あるいは、ポリピロール等の導電性高分子等を用いることができる。また、複数の前述透明電極材料を積層することで透明電極とすることもでき、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタ法または電界重合法等の各種の重合法等により形成する。また、透明電極は、十分な導電性を持たせるため、または、基板表面の凹凸による不均一発光を防ぐために、1nm以上 の厚さにすることが望ましい。また、十分な透明性を持たせるために500nm以下 の厚さにすることが望ましい。

【0060】

更に、陽極としては、前記透明電極以外にも、Cr（クロム）、Ni（ニッケル）、Cu（銅）、Sn（錫）、W（タンゲステン）、Au（金）等の仕事関数の大きな金属、あるいはその合金、酸化物等を用いることができ、これら陽極材料を用いた複数の材料による積層構造も用いることができる。ただし、陽極として透明電極を用いない場合、光の角度変換手段の効果を最大限に利用するためには、陽極は光を反射する材料で形成することが好ましい。なお、陽極として透明電極を用いない場合には、陰極が透明電極であればよい。

【0061】

また、陽極に非晶質炭素膜を設けてもよい。この場合には、共に正孔注入電極としての機能を有する。即ち、陽極から非晶質炭素膜を介して発光層或いは正孔輸送層に正孔が注入される。また、非晶質炭素膜は、陽極と発光層或いは正孔輸送層との間にスパッタ法により形成されてなる。スパッタリングによるカーボンターゲットとしては、等方性グラファイト、異方性グラファイト、ガラス状カーボン等があり、特に限定するものではないが、純度の高い等方性グラファイトが適している。非晶質炭素膜が優れている点を具体的に示すと、理研計器製の表面

分析装置AC-1を使って、非晶質炭素膜の仕事関数を測定すると、非晶質炭素膜の仕事関数は、 $W_C = 5.40\text{ eV}$ である。ここで、一般に陽極としてよく用いられているITOの仕事関数は、 $W_{ITO} = 5.05\text{ eV}$ であるので、非晶質炭素膜を用いた方が発光層或いは正孔輸送層に効率よく正孔を注入できる。また、非晶質炭素膜をスパッタリング法にて形成する際、非晶質炭素膜の電気抵抗値を制御するために、窒素あるいは水素とアルゴンの混合ガス雰囲気下で反応性スパッタリングする。さらに、スパッタリング法などによる薄膜形成技術では、膜厚を5nm以下にすると膜が島状構造となり均質な膜が得られない。そのため、非晶質炭素膜の膜厚が5nm以下では、効率のよい発光が得られず、非晶質炭素膜の効果が期待できない。また、非晶質炭素膜の膜厚を200nm以上とすると、膜の色が黒味を帯び、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光が十分に透過しなくなる。

【0062】

ここで、発光層としては、可視領域で蛍光特性を有し、かつ成膜性のよい蛍光体からなるものが好ましく、Alq₃やBe-ベンゾキノリノール(BeBq₂)の他に、2,5-ビス(5,7-ジ-*t*-ベンチル-2-ベンゾオキサゾリル)-1,3,4-チアジアゾール、4,4'-ビス(5,7-ベンチル-2-ベンゾオキサゾリル)スチルベン、4,4'-ビス[5,7-ジ-*t*-ベンチル-2-ベンゾオキサゾリル]スチルベン、2,5-ビス(5,7-ジ-*t*-ベンチル-2-ベンゾオキサゾリル)チオфин、2,5-ビス([5-*α*,*α*-ジメチルベンジル]-2-ベンゾオキサゾリル)チオフェン、2,5-ビス[5,7-ジ-(2-メチル-2-ブチル)-2-ベンゾオキサゾリル]-3,4-ジフェニルチオフェン、2,5-ビス(5-メチル-2-ベンゾオキサゾリル)チオフェン、4,4'-ビス(2-ベンゾオキサイゾリル)ビフェニル、5-メチル-2-[2-[4-(5-メチル-2-ベンゾオキサイゾリル)フェニル]ビニル]ベンゾオキサイゾリル、2-[2-(4-クロロフェニル)ビニル]ナフト[1,2-*d*]オキサゾール等のベンゾオキサゾール系、2,2'-*p*-フェニレンジビニレン)ビスベンゾチアゾール等のベンゾチアゾール系、2-[2-(4-(2-ベンゾイミダゾリル)フェニル]ビニル]ベンゾイ

ミダゾール、2-[2-(4-カルボキシフェニル)ビニル]ベンゾイミダゾール等のベンゾイミダゾール系等の蛍光増白剤や、ビス(8-キノリノール)マグネシウム、ビス(ベンゾ-8-キノリノール)亜鉛、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)アルミニウムオキシド、トリス(8-キノリノール)インジウム、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、8-キノリノールリチウム、トリス(5-クロロ-8-キノリノール)ガリウム、ビス(5-クロロ-8-キノリノール)カルシウム、ポリ[亜鉛-ビス(8-ヒドロキシ-5-キノリノイル)メタン]等の8-ヒドロキシキノリン系金属錯体やジリチウムエピンドリジオン等の金属キレート化オキシノイド化合物や、1,4-ビス(2-メチルスチリル)ベンゼン、1,4-(3-メチルスチリル)ベンゼン、1,4-ビス(4-メチルスチリル)ベンゼン、ジスチリルベンゼン、1,4-ビス(2-エチルスチリル)ベンゼン、1,4-ビス(3-エチルスチリル)ベンゼン、1,4-ビス(2-メチルスチリル)2-メチルベンゼン等のスチリルベンゼン系化合物や、2,5-ビス(4-メチルスチリル)ピラジン、2,5-ビス(4-エチルスチリル)ピラジン、2,5-ビス[2-(1-ナフチル)ビニル]ピラジン、2,5-ビス(4-メトキシスチリル)ピラジン、2,5-ビス[2-(4-ビフェニル)ビニル]ピラジン、2,5-ビス[2-(1-ピレニル)ビニル]ピラジン等のジスチルピラジン誘導体や、ナフタルイミド誘導体や、ペリレン誘導体や、オキサジアゾール誘導体や、アルダジン誘導体や、シクロペタジエン誘導体や、スチリルアミン誘導体や、クマリン系誘導体や、芳香族ジメチリデン誘導体等が用いられる。さらに、アントラセン、サリチル酸塩、ピレン、コロネン等も用いられる。あるいは、ファクトリス(2-フェニルピリジン)イリジウム等の燐光発光材料や、あるいは、PPV(ポリパラフェニレンビレン)、ポリフルオレン等のポリマー発光材料等を用いてもよい。

【0063】

また、発光層のみの単層構造の他に、正孔輸送層と発光層又は発光層と電子輸送層の2層構造や、正孔輸送層と発光層と電子輸送層の3層構造のいずれの構造でもよい。但し、このような2層構造又は3層構造の場合には、正孔輸送層と陽極が、又は電子輸送層と陰極が接するように積層して形成される。あるいは、正

孔輸送層と発光層との間に電子ブロック層を設けた構造や、発光層と電子輸送層との間に正孔ブロック層を設けた構造、あるいは、陽極と正孔輸送層との間に正孔注入層を設けた構造や電子注入層と陰極の間に電子注入層を設けた構造など、機能分離した層を適宜選択し積層あるいは混合層とした複数層構造であってよい。

【0064】

そして、正孔輸送層としては、正孔移動度が高く、透明で成膜性の良いものが好ましい。TPDの他に、ポルフィン、テトラフェニルポルフィン銅、フタロシアニン、銅フタロシアニン、チタニウムフタロシアニンオキサイド等のポリフイリン化合物や、1, 1-ビス{4-(ジ-*P*-トリルアミノ)フェニル}シクロヘキサン、4, 4', 4''-トリメチルトリフェニルアミン、N, N, N', N'-テトラキス(*P*-トリル)-P-フェニレンジアミン、1-(N, N-ジ-*P*-トリルアミノ)ナフタレン、4, 4'-ビス(ジメチルアミノ)-2-2', -ジメチルトリフェニルメタン、N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノビフェニル、N, N-ジフェニル-N, N'-ジ-*m*-トリル-4, N, N-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-1, 1', -4, 4'-ジアミン、4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール等の芳香族第三級アミンや、4-ジ-*P*-トリルアミノスチルベン、4-(ジ-*P*-トリルアミノ)-4'-(4-(ジ-*P*-トリルアミノ)スチリル)スチルベン等のスチルベン化合物や、トリアゾール誘導体や、オキサジザゾール誘導体や、イミダゾール誘導体や、ポリアリールアルカン誘導体や、ピラゾリン誘導体や、ピラゾロン誘導体や、フェニレンジアミン誘導体や、アニールアミン誘導体や、アミノ置換カルコン誘導体や、オキサゾール誘導体や、スチリルアントラセン誘導体や、フルオレノン誘導体や、ヒドラゾン誘導体や、シラザン誘導体や、ポリシラン系アニリン系共重合体や、高分子オリゴマーや、スチリルアミン化合物や、芳香族ジメチリディン系化合物や、ポリ3-メチルチオフェン等の有機材料が用いられる。また、ポリカーボネート等の高分子中に低分子の正孔輸送層用の有機材料を分散させた、高分子分散系の正孔輸送層も用いられる。また、これらの正孔輸送材料は正孔注入材料、あるいは、電子ブロック材料として用いるこ

ともできる。

【0065】

また、電子輸送層としては、1, 3-ビス(4-tert-ブチルフェニル-1, 3, 4-オキサジアゾリル)フェニレン(OD-7)等のオキサジアゾール誘導体、アントラキノジメタン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、あるいはPEDOT(ポリエチレンジオキシチオフェン)、BA1q、BCP(バソフプロイン)等が用いられる。また、これらの電子輸送材料は電子注入材料、あるいは、正孔ブロック材料として用いることもできる。

【0066】

ここで、陰極としては、電子を注入する電極であり、電子を効率良く発光層或いは電子輸送層に注入することが必要であり、仕事関数の小さいAl(アルミニウム)、In(インジウム)、Mg(マグネシウム)、Ti(チタン)、Ag(銀)、Ca(カルシウム)、Sr(ストロンチウム)等の金属、あるいは、これらの金属の酸化物やフッ化物およびその合金、積層体等が一般に用いられる。一度光／空気界面へと到達して、フレネル反射等により空気中へ取出されなかった光は、再び素子内部へと伝播し陰極へと到達する。或いは、発光層において、光は等方的に放射されるため、発光層で放射される光のうち半分は、光取り出し面に到達する前に陰極へと到達する。このとき、陰極が光を反射する材料で形成されていた場合、この陰極へ到達した光は反射され、再び、光取り出し面方向へと伝播することができ、有効な光として利用される可能性がある。この効果を有効にするためには、陰極は光を反射する材料で形成することが好ましく、更に、光の反射率が50%以上であることが好ましい。なお、以上のことは、陰極を透明電極として用いた場合には、陽極に適用される。

【0067】

また、陰極としては、発光層或いは電子輸送層と接する界面に、仕事関数の小さい金属を用いた光透過性の高い超薄膜を形成し、その上部に透明電極を積層することで、透明陰極を形成することもできる。特に仕事関数の小さなMg、Mg-Ag合金、特開平5-121172号公報記載のAl-Li合金やSr-Mg合金あるいはAl-Sr合金、Al-Ba合金等あるいはLi₂O₂/AlやLi

F／A 1 等の積層構造は陰極材料として好適である。

【0068】

更に、これら陰極の成膜方法としては抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタ法が用いられる。

【0069】

なお、陽極及び陰極は少なくとも一方が透明電極であればよい。更に、共に透明電極であってもよいが、光の取り出し効率を向上させるためには、一方が透明電極であれば、他方が光を反射する材料で形成することが好ましい。

【0070】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子を外気から遮断し、長時間安定性を保証するために素子表面に保護膜を形成することもある。保護膜の材料としては、SiON、SiO、SiN、SiO₂、Al₂O₃、LiF等の無機酸化物、無機窒化物、無機フッ化物からなる薄膜、あるいは、無機酸化物、無機窒化物、無機フッ化物等、あるいは、それらの混合物等からなるガラス膜、あるいは、熱硬化性、光硬化性の樹脂や封止効果のあるシラン系の高分子材料等が挙げられ蒸着やスパッタリング等もしくは塗布法により形成される。

【0071】

導波路側面に発光素子を形成した微小な点光源は、照明装置の光源として用いることができるが、これらの中でも、微小な光源という利点から、簡単な光学系と組み合わせることにより、容易に平行光光源を形成することができ、これを用いた平行光照明装置、あるいは、これを用いたOHPやプロジェクタ等の画像投影装置の光源として用いることができる。

【0072】

以下に本発明の実施の形態について説明する。

【0073】

(実施の形態1)

本発明の実施の形態における光源について述べる。

【0074】

図7は、本発明の別の実施の形態における導波路を用いた光源の要部断面図で

ある。

【0075】

図7において、導波路6、コア7、クラッド8、発光素子9は従来の技術で説明したものと同様のものであるので、同一の符号を付して説明を省略する。

【0076】

本実施の形態における導波路を用いた光源は、コア7とクラッド8とからなる導波路6の光取り出し面に対向する側の面に複数の発光素子を配列した構造となっている。そして、この発光素子はコアの中央部から位置がズレるにつれて角度をつけて配列されており、発光素子から放射された光はコア部分から入射される構造となっている。このような構造とすることで、微小な導波路を用いて、発光面積の大きな発光素子からなる微少な点光源を容易に実現することができ、さらに、光取り出し面に対して大きな発光素子を用いることができるため、容易に明るい点光源を実現することができる。特に本発明の実施の形態のように発光素子に角度をつけて配列することで、微小な導波路に入射する光量を増加させることができ、容易に明るい点光源を実現することができる。コアやクラッドの構成材料、形成方法は上述した構成材料、形成方法や従来公知の材料の中から、発光素子からの発光の取出しを妨げないように適宜選択して用いることができる。

【0077】

また、本実施の形態においては、コアと発光素子との間に空気層を介した構造の場合について説明したが、その構造については前述のように特にこれに限定されるものではなく、コアと発光素子とが透明な媒質により結合されていても良い。

【0078】

以上のように、本実施の形態によれば、微少な導波路を用いることで容易に面積の大きな発光素子を用いた点光源を実現することができ、光取り出し面に対して大きな発光面積の発光素子を用いるため、明るい点光源を実現することができる。

【0079】

そして、本実施の形態における光源は、照明装置や表示装置の光源として用い

ることができるのは言うまでもない。特に簡単な光学系と組み合わせることで、容易に平行光光源を形成でき、プロジェクタ等の画像投影装置の光源として用いることができるることは言うまでもない。

【0080】

(実施の形態2)

本発明の実施の形態における光源について述べる。

【0081】

図8は、本発明のさらに別の実施の形態における導波路を用いた光源の要部断面図である。

【0082】

図8において、導波路6、発光素子9は従来の技術で説明したものと同様のものであるので、同一の符号を付して説明を省略する。11はレンズである。

【0083】

本実施の形態における導波路を用いた光源は、導波路6の側面に複数の発光素子を配列した構造となっている。また、発光素子は導波路における異なる2面に配列されており、発光素子から放射された光は空気層を介すことなく側面から導波路中へ入射される構造となっている。このような構造とすることで、微小な導波路を用いて、発光面積の大きな発光素子からなる微少な点光源を容易に実現することができ、さらに、光取り出し面に対して大きな発光素子を用いることができるため、容易に明るい点光源を実現することができる。特に本発明の実施の形態のように導波路の異なる2面に発光素子を配列することで、光取り出し面に対する発光素子の面積を大きくすることができるため、微小な導波路に入射する光量が増加し、容易に明るい点光源を実現することができる。コアやクラッドの構成材料、形成方法は上述した構成材料、形成方法や従来公知の材料の中から、発光素子からの発光の取出しを妨げないように適宜選択して用いることができる。

【0084】

本発明の光取り出し面の外側には、導波路よりも十分に大きなレンズが配置されており、これにより、光取り出し面から出射された光は、レンズを介して平行

光へ変換され、様々な照明等に用いることのできる平行光光源を形成することができる。特に本発明の平行光光源は、微小な点光源から平行光への変換を行うため、容易に平行光へ変換できるとともに、微小な平行光光源として用いることができる。

【0085】

また、本実施の形態においては、クラッド層のないコアと空気層とからなる導波路の場合について説明したが、導波路構造については前述のように特にこれに限定されるものではなく、導波路の任意の面にクラッド層を設けることもでき、素子形成後に、素子も含めた全面にクラッド層を設ける構造であっても良い。

【0086】

以上のように、本実施の形態によれば、微少な導波路を用いることで容易に面積の大きな発光素子を用いた点光源を実現することができ、光取り出し面に対して大きな発光面積の発光素子を用いるため、明るい点光源を実現することができる。

【0087】

そして、本実施の形態における光源は、照明装置や表示装置の光源として用いることができるのを言うまでもない。特に簡単な光学系と組み合わせることで、容易に平行光光源を形成でき、プロジェクタ等の画像投影装置の光源として用いることができることは言うまでもない。

【0088】

(実施の形態3)

本発明の実施の形態における光源について述べる。

【0089】

図1は、本発明の実施の形態における導波路を用いた光源の概略断面図である。

【0090】

図1において、陽極2、正孔輸送層3、発光層4、陰極5、導波路6は従来の技術で説明したものと同様のものであるので、同一の符号を付して説明を省略する。

【0091】

本実施の形態における導波路を用いた光源は、導波路6の側面に面発光素子である有機エレクトロルミネッセンス素子を配列した構造となっている。また、有機エレクトロルミネッセンス素子は導波路における異なる3面に配列されており、発光素子から放射された光は空気層を介すことなく側面から導波路中へ入射される構造となっており、特に本発明の実施の形態のように発光素子として有機エレクトロルミネッセンス素子を用いることで、容易に導波路の複数面上に発光素子を形成することができる。また、有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた場合、導波路を基板として用いることもでき、この場合、基板を省略することができるため、素子の微小化も容易である。特に有機エレクトロルミネッセンス素子を発光素子として用いた場合、素子の寿命が問題となるため発光層を明るくすることができるが困難である。このため、このような構造の点光源とすることで、発光層の負担を大きくすることなく明るい光源が実現でき、寿命の問題を回避した光源を実現することができる。

【0092】

以上、このような構造とすることで、微小な導波路を用いて、発光面積の大きな発光素子からなる微少な点光源を容易に実現することができ、さらに、光取り出し面に対して大きな発光素子を用いることができため、容易に明るい点光源を実現することができる。特に本発明の実施の形態のように導波路の異なる2つ以上の面に発光素子を配列することで、光取り出し面に対する発光素子の面積を容易に大きくすることができ、微小な導波路に入射する光量が増加し、容易に明るい点光源を実現することができる。コアやクラッドの構成材料、形成方法は上述した構成材料、形成方法や従来公知の材料の中から、発光素子からの発光の取出しを妨げないように適宜選択して用いることができる。

【0093】

また、本実施の形態においては、クラッド層のないコアと空気層とからなる導波路の場合について説明したが、その構造については前述のように特にこれに限定されるものではなく、導波路の任意の面にクラッド層を設けることもでき、素子形成後に、素子も含めた全面にクラッド層を設ける構造であっても良い。

【0094】

以上のように、本実施の形態によれば、微少な導波路を用いることで容易に有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた点光源を実現することができ、光取り出し面に対して大きな発光面積の発光素子を用いるため、長寿命で明るい点光源を実現することができる。

【0095】

そして、本実施の形態における光源は、照明装置や表示装置の光源として用いることができるの言うまでもない。特に簡単な光学系と組み合わせることで、容易に平行光光源を形成でき、プロジェクタ等の画像投影装置の光源として用いきくことができるることは言うまでもない。

【0096】**【実施例】****(実施例1)**

石英からなる透明基板上に、 2×10^{-6} Torr 以下の真空度まで減圧した低温スパッタ装置にて、膜厚 $10 \mu\text{m}$ の透明な SiON 膜をスパッタ法により一面に形成した後、SiON 膜上にレジスト材（東京応化社製、OPFR-800）をスピンドルコート法により塗布して厚さ $3 \mu\text{m}$ のレジスト膜を形成し、マスク、露光、現像してレジスト膜を所定の形状にパターニングし、導波路を形成した。

【0097】

次に、この導波路と同様なパターンに配列した GaAs および AlGaAs からなる無機LEDの表面に、SiON 膜と同等の屈折率を持つ光学結合剤を塗布した後、発光部分と導波路とが同じ位置に来るよう配置し押圧し貼り付けた。

【0098】**(実施例2)**

ガラスからなる透明基板上に、厚さ $10 \mu\text{m}$ のポリカーボネート膜を形成した。このポリカーボネート膜にバイトを用いて $10 \mu\text{m}$ 幅の溝を形成し、クラッド層を形成した。このクラッド層の形成された基板に、レジスト材を塗布し、毛細管現象を利用してレジスト膜をポリカーボネート膜上の溝に塗布し、更にこのパターンングされたレジスト膜を露光しブリーチすることで透明なレジストからな

る導波路基板を形成した。

【0099】

次に、このパターニング基板を、洗剤（フルウチ化学社製、セミコクリーン）による洗浄、純水による洗浄、50℃の純水による洗浄の順に洗浄処理した後、窒素プロアで基板に付着した水分を除去し、さらに加熱して乾燥した。

【0100】

次に、導波路基板の導波路の形成された表面に、 2×10^{-6} Torr 以下の真空度まで減圧したスパッタ装置内にて、陽極としてITOを約150nmの膜厚で形成した。

【0101】

次に、このパターニング基板上に、スピンドルコート法により3μmの厚さのレジストを塗布し、レジストで形成した導波路の部分だけレジストが残るパターンで露光・現像し、ITOをエッチングすることにより導波路上にITOからなる陽極の形成されたパターニング基板を形成した。

【0102】

次に、このパターニング基板を同様に洗浄した後、陽極側の表面に、 2×10^{-6} Torr 以下の真空度まで減圧した抵抗加熱蒸着装置内にて、正孔輸送層としてTPDを約50nmの膜厚で形成した。

【0103】

次に、同様に抵抗加熱蒸着装置内にて、正孔輸送層上に発光層としてAlq₃を約60nmの膜厚で形成した。なお、TPDとAlq₃の蒸着速度は、共に0.2nm/sであった。

【0104】

次に、同様に抵抗加熱蒸着装置内にて、発光層上に15at%のLiを含むAl-Li合金を蒸着源として、陰極を150nmの膜厚で成膜した。

【0105】

(比較例)

ガラスからなる透明基板上に膜厚160nmのITO膜を形成した後、ITO膜上にレジスト材をスピンドルコート法により塗布して厚さ10μmのレジスト膜を

形成し、マスク、露光、現像し、ITOをエッチングすることにより幅10μmの陽極を形成した。

【0106】

次にこの陽極が形成された基板表面に、レジスト膜を厚さ3μmで塗布し、陽極と垂直に交わる方向に10μm幅でレジストが除去される形状でパターニングし、10μm□の陽極が形成されたパターニング基板を得た。

【0107】

次に、このパターニング基板を、洗剤（フルウチ化学社製、セミコクリーン）による5分間の超音波洗浄、純水による10分間の超音波洗浄、アンモニア水1（体積比）に対して過酸化水素水1と水5を混合した溶液による5分間の超音波洗浄、70℃の純水による5分間の超音波洗浄の順に洗浄処理した後、窒素プロアで基板に付着した水分を除去し、さらに加熱して乾燥した。

【0108】

次に、このパターニング基板を同様に洗浄した後、陽極側の表面に、2×10⁻⁶Torr以下の真空度まで減圧した抵抗加熱蒸着装置内にて、正孔輸送層としてTPDを約50nmの膜厚で形成した。

【0109】

次に、同様に抵抗加熱蒸着装置内にて、正孔輸送層上に発光層としてAlq₃を約60nmの膜厚で形成した。なお、TPDとAlq₃の蒸着速度は、共に0.2nm/sであった。

【0110】

次に、同様に抵抗加熱蒸着装置内にて、発光層上に15at%のLiを含むAl-Li合金を蒸着源として、陰極を150nmの膜厚で成膜した。

【0111】

【表1】

	素子の大きさ	出射光量
実施例1	◎	◎
実施例2	◎	◎
比較例	○	△

【0112】

ここで、（表1）の評価項目における評価方法及びその評価基準について説明する。

【0113】

素子の大きさは、光源の光出射面積について評価した。評価は、◎、○、△の三段階評価であり、その評価基準は、従来の無機LEDの素子面積に対して、◎：非常に優れている、○：優れている、△：許容できるである。

【0114】

また、出射光量は、光源から出射される光量について評価した。評価は、◎、○、△の三段階評価であり、その評価基準は、比較例1の光量に対して、◎：非常に優れている、○：優れている、△：許容できるである。

【0115】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、少なくとも電気的に発光する発光層を備えた発光素子と、発光素子から放出された光を端面に形成された光取り出し面から空気中へ出射する導波路とを備えた光源であって、前記導波路の光取り出し面の面積は、前記発光層の面積よりも小さい構成とすることで、微小で明るい点光源を得ることができ、さらにこの光源と簡単な光学系を用いることにより容易に微少な平行光光源を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態における導波路を用いた光源の概略断面図

【図2】

本発明の導波路の概略断面図

【図3】

別の本発明の導波路の概略断面図

【図4】

本発明の屈折率の高い導波路の概略断面図

【図5】

本発明の屈折率の低い導波路の概略断面図

【図6】

本発明の角度変換構造を伴う導波路の概略断面図

【図7】

本発明の別の実施の形態における導波路を用いた光源の概略断面図

【図8】

本発明のさらに別の実施の形態における導波路を用いた光源の概略断面図

【図9】

従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の要部断面図

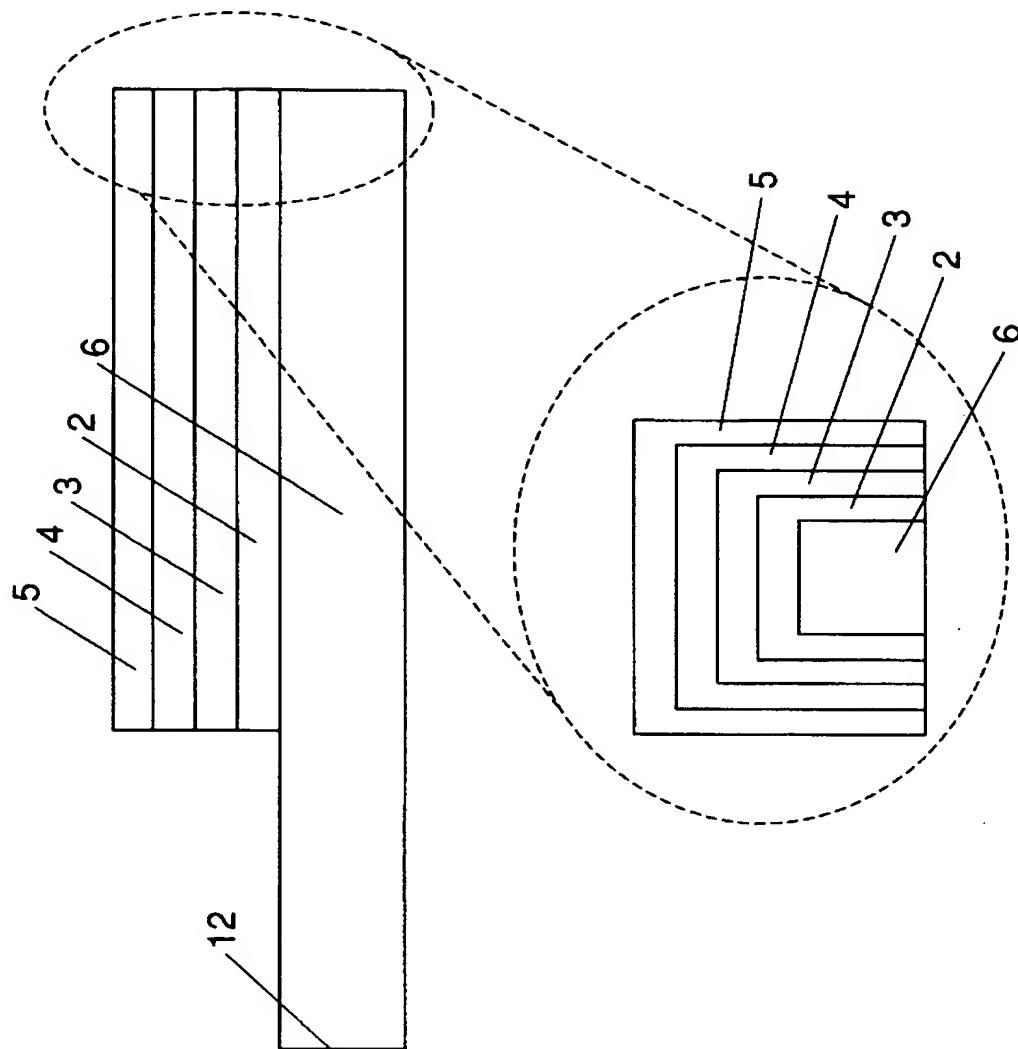
【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 陽極
- 3 正孔輸送層
- 4 発光層
- 5 陰極
- 6 導波路
- 7 コア
- 8 クラッド
- 9 発光素子
- 10 角度変換構造
- 11 レンズ

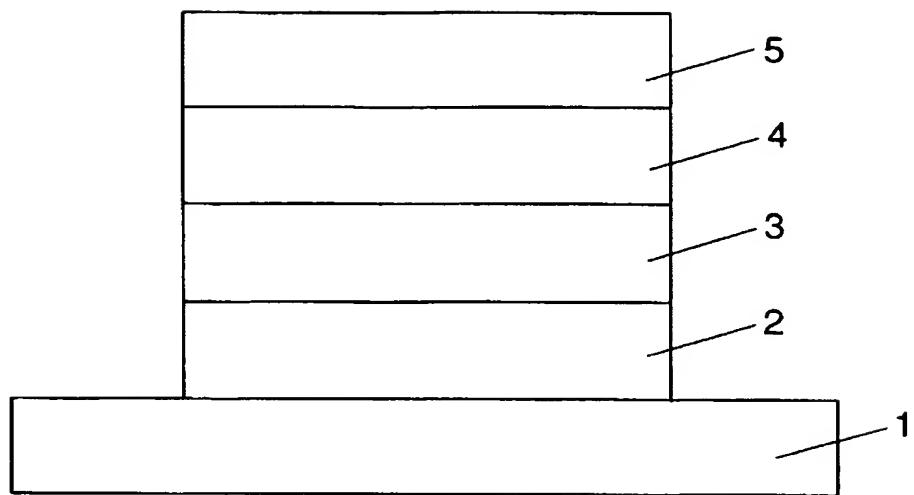
【書類名】

図面

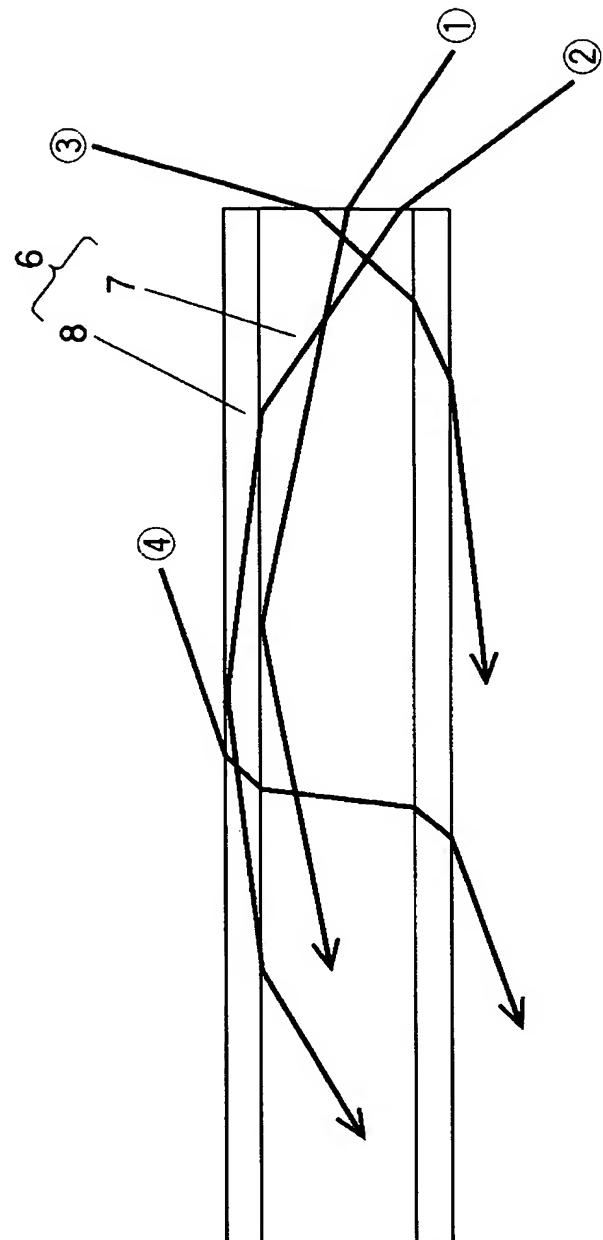
【図1】



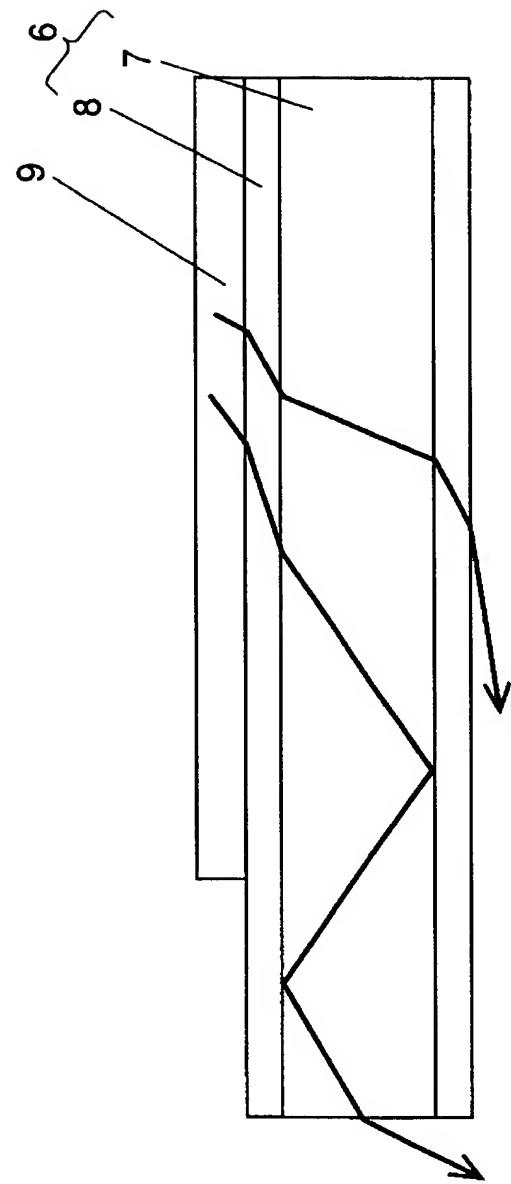
【図2】



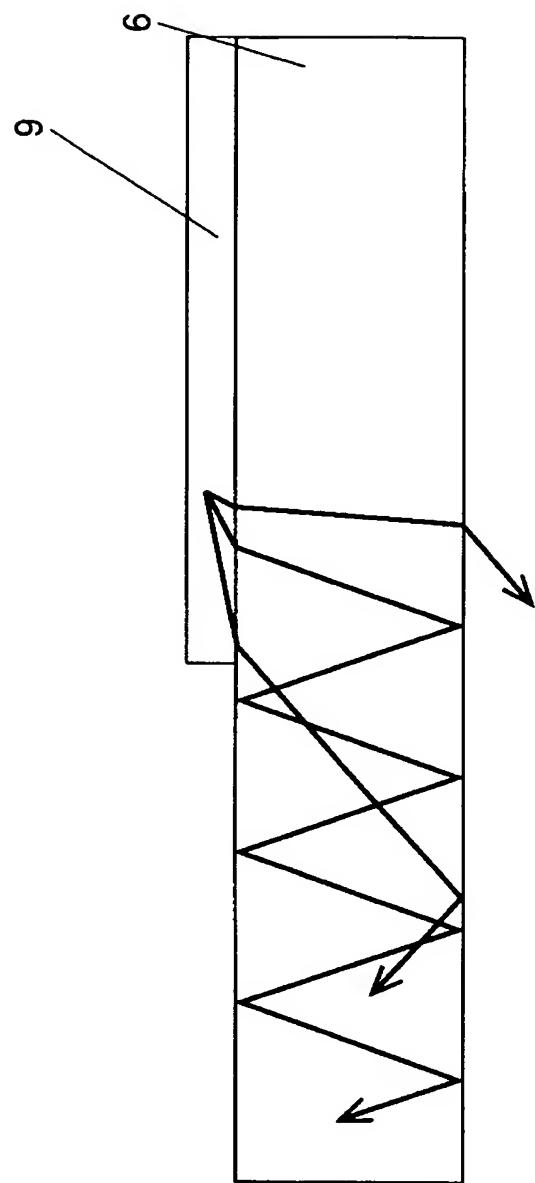
【図3】



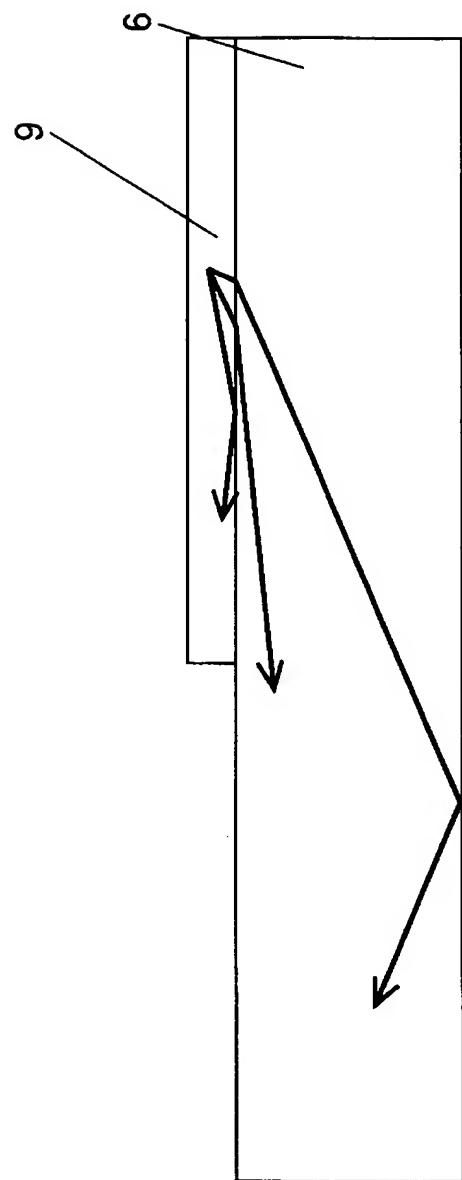
【図4】



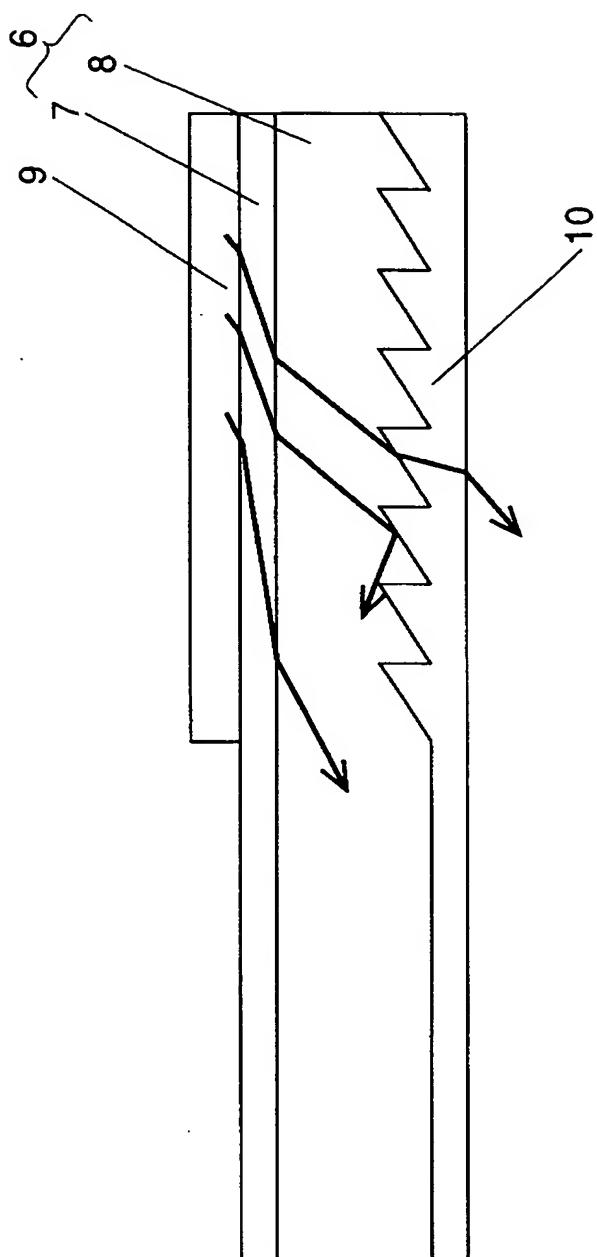
【図5】



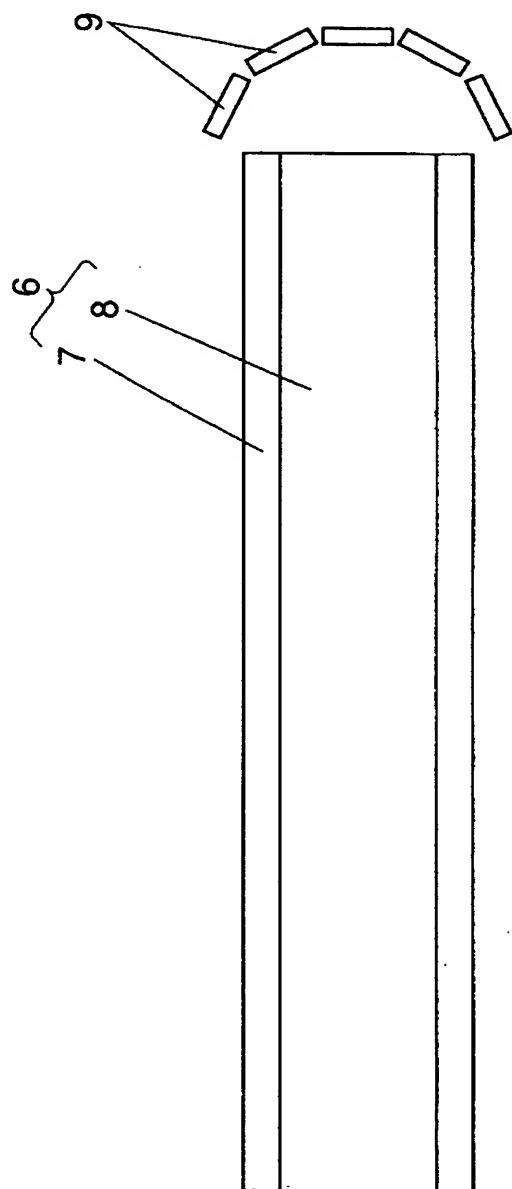
【図6】



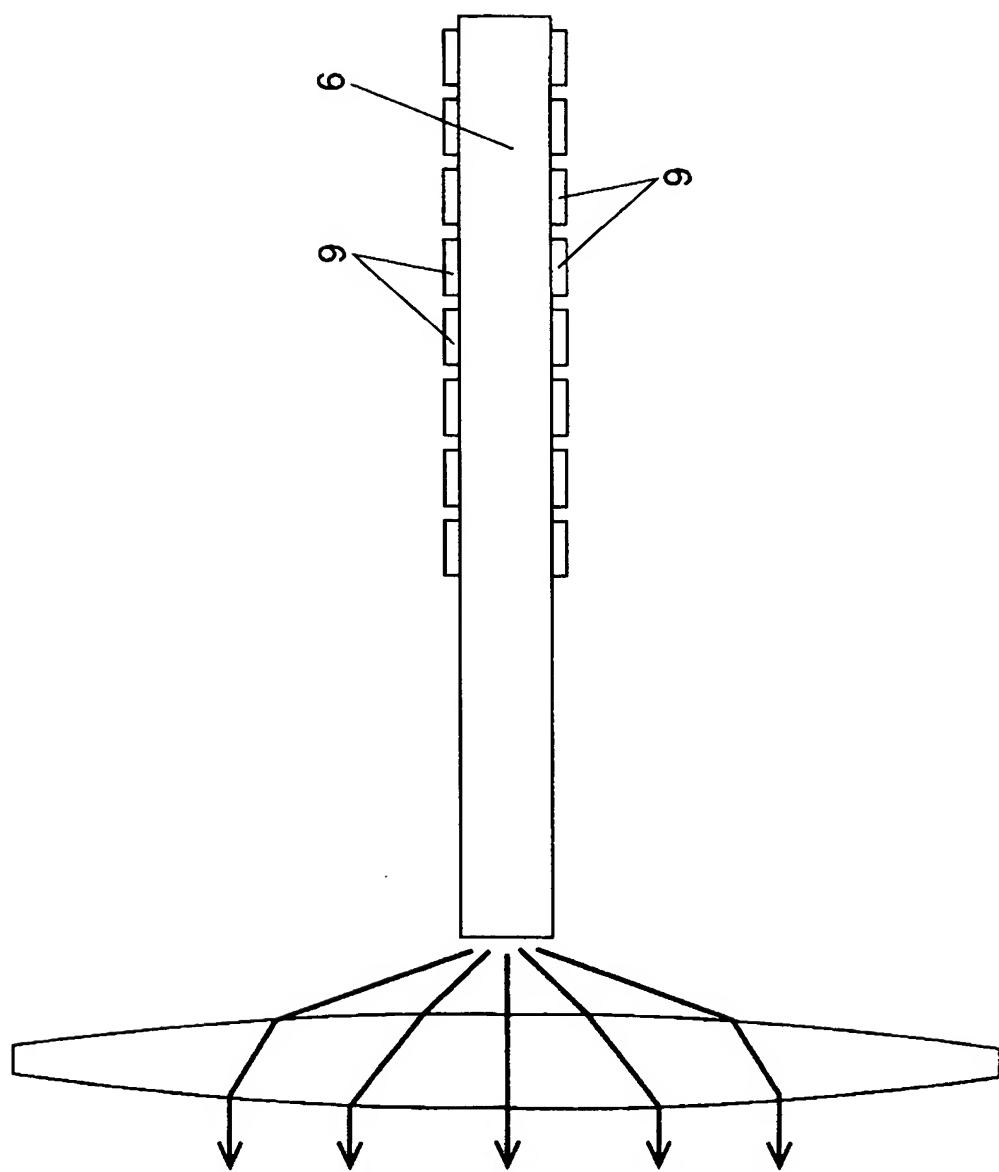
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、導波路を用いた明るい微小な点光源およびこれを用いた平行光照明装置および、これを用いた画像投影装置を提供する事を目的とする。

【解決手段】 本発明の導波路を用いた光源は、少なくとも電気的に発光する発光層を備えた発光素子と、発光素子から放出された光を端面に形成された光取り出し面から空气中へ出射する導波路とを備えた光源であって、前記導波路の光取り出し面の面積は、前記発光層の面積よりも小さいことを特徴とする。

【選択図】 図1

特願2002-366564

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏名 松下電器産業株式会社